

# 성견 치주질환 이환치아의 수평이동이 치주조직에 미치는 영향

이경호<sup>1)</sup>, 유영규<sup>2)</sup>

## I. 서 론

부정교합이 존재할 경우 치주조직에 직접적 또는 간접적인 영향을 줌으로써 치주질환을 야기할 수 있으며 교정치료에 의해 더 좋은 치주상태를 형성해 줌으로써 치주건강을 유지하거나 개선시킬 수 있음이 오래전부터 보고되어 왔다<sup>1,4,15,21,30,50,51,74,84,100,101</sup>).

부정교합의 심미적, 기능적 개선을 도모하는 교정치료시 치주조직의 변화는 필연적으로 일어나게 되는데 교정치료가 치주조직에 미치는 영향에 대해서는 아직도 그 결과가 일치되지 않고 있다.

교정치료시 치주조직에 나타나는 유해한 현상은 주로 치은에 한정되며 치료후 짧은 기간내에 개선되는 것이 일반적이지만<sup>7,11,105,113,116</sup>, Burket<sup>2)</sup>, Kurol<sup>등</sup><sup>56)</sup>은 교정치료동안 지속되는 염증성 변화가 교정치료 후에도 잔존하게되어 치주파괴를 가져올 수 있다고 하였으며, Prichard<sup>85)</sup>는 소치를 받거나 100명의 환자치료후 발치를 동반한 교정치료가 치주조직에 유해한 상태를 야기할 수 있다고 하였다. Baxter<sup>13)</sup>, Sjölien과 Achrisson<sup>99)</sup>, Zachrisson과 Alnaes<sup>114,115)</sup>, Hollender<sup>등</sup><sup>47)</sup>, Hamp<sup>등</sup><sup>45)</sup>이 교정치료에 의해 결합조직부착과 치조골 상실이 야기됨을 보고하였는

데, 비록 상실된 양이 적다 하더라도 이러한 손상은 바람직하지 못한 치주상태를 야기하므로 교정치료와 연관된 치주조직의 변화는 치주질환의 발생에 원인적 요소로 작용할 수 있다<sup>114,115)</sup>.

이에 반해 Kloehn과 Pfeifer<sup>55)</sup>는 교정치료로 인한 비가역적인 치주조직의 손상은 없다고 하였으며 Kessler<sup>54)</sup>는 교정치료를 받지 않은 경우 성인이 되어 치주질환의 발생빈도가 더 증가할 가능성이 크다고 하였는데, 교정치료에 의한 치주조직의 변화는 비교적 적으므로 임상적으로 크게 중요하지 않으며 건강한 치주조직에 대한 영구적인 손상은 거의 없다고 보고되었다<sup>2,6,31,105)</sup>. 특히 교정치료를 끝내고 10년이상이 경과한 후 시행한 최근의 long-term study에서 결합조직부착과 치조골 상실의 양은 교정치료를 받지 않은 성인과 거의 차이가 없으므로 어린이나 사춘기 때 받은 교정치료는 장기적인 치주건강상태를 좌우하는 주요 요소가 되지 못하는 것으로 보고하고 있다<sup>4,5,82,83,88,96,98)</sup>.

하지만 대부분의 이런 임상적 연구는 파괴성 치주질환을 보이지 않는 어린이나 사춘기에서 시행되었으므로 비교적 지지조직이 감소된 성인에서는 그 결과가 다를 수가 있다. 최근들어 사회적, 경제적 여건이 개선되고 다른 치과 영역에서의 현저한 발전에 의해서 교정치료에 대한 성인환자의 요구가 점차 증가되고 있는데<sup>17,67,68,86,106)</sup> 대부분의 성인환자는 성장기에 있는 환자와는 달리 여러가지 복합적인 문제를 보이는 경우가 많으며 특히 연령증가와 함께 더 진행된 치주질

1)수일자: 9월 1일

연세대학교 치과대학 교정학교실

연세대학교 치과대학 교정학교실

환을 가지게 되며<sup>8,20,65,72,97,101</sup> 재생능력의 감소<sup>22</sup>, 자극에 대한 저항의 감소<sup>86</sup> 등을 나타내므로 교정치료 계획시 특별한 고려가 있어야 한다.

치주질환을 가진 환자의 교정치료 효과에 대한 임상연구보고는 비교적 드물지만 최근까지의 임상적, 실험적 연구결과에 의하면 교정치료가 치주질환을 악화시키지 않으며 어떤 상황에서는 치주상태의 개선에 도움을 줄 수 있다고 보고되고 있다. 특히 치주질환의 진행으로 인해 야기된 결합조직부착과 치조골 상실을 치주치료만으로는 해결할 수 없는 경우 교정치료를 동반함으로써 존재하던 골 결손부를 제거하고 부착조직의 양을 증가시킬 수도 있으며<sup>19</sup> 이상적인 골형태는 형성되지 않더라도 이러한 결손부의 골형태 변화로 치주조직의 건강을 유지하는데 도움을 줄 수 있다고 보고되었다<sup>48,49,74,109,110</sup>.

Eliasson<sup>31</sup>, Årtun과 Urbye<sup>6</sup>, Melsen<sup>67,70</sup>, Boyd<sup>17</sup>이 진행된 치주질환을 가진 성인환자의 교정치료후 치주조직의 손상없이 바람직한 치료결과를 얻을 수 있었다고 보고하였으며, Ericsson<sup>37,38,39</sup>, Polson<sup>80</sup>, Melsen<sup>66</sup>, Wennström<sup>111</sup>이 지지조직이 감소된 치주조직을 가진 동물실험에서 교정치료는 부착상실없이 시행될 수 있다고 보고하였다. 하지만, 대부분의 실험적 연구결과가 부착상실은 없다 하더라도 부착조직의 재생을 볼 수 없다고 한 반면에 Geraci<sup>42</sup>와 Melsen<sup>68</sup>은 교정치료에 의해 결합조직의 신부착도 가능하다는 상반된 견해를 보고하였으므로, 치주조직의 재생에 관한 교정치료의 효과는 앞으로도 계속 연구되어야 할 부분이라고 생각된다.

파괴성 치주질환이 이행되어 있는 치아에는 치조골연하 결손과 함께 그 기저부에 상피가 위치하는 골내낭이 흔히 형성되는데<sup>34,43,79,107</sup>, 치은연하 치태를 적절히 제거하지 못한 상태에서의 교정치료는 이러한 골내 병소를 개선시키지 못한다고 보고되고 있다. Brown<sup>19</sup>, Gazit과 Lieberman<sup>41</sup>, Wagenberg<sup>110</sup>, Årtun과 Urbye<sup>6</sup>는 염증성 치주질환에 의한 골내 병소 존재시 치은조직과 치근면의 처치가 교정치료보다 선행되지 못할 경우 치주낭 기저부에 잔존하는 염증에 의

해 심한 골흡수를 야기할 수 있다고 하였으며 Wennström<sup>111</sup>은 동물실험에서 치태존재시의 치아이동이 부착조직의 상실을 더욱 증가시킨다고 보고 하였는데, Ericsson<sup>38</sup>은 치태존재 유무에 관계없이 수평적 치아이동은 이미 존재하는 치은염이나 치주염을 더 악화시키지 않는다는 상반된 견해를 보고하였다.

치주질환의 진행시 구치부에서 나타나는 치근이개부 병소는 연령증가와 함께 더욱 심한 치주질환의 파괴를 가져올 수 있는데<sup>108</sup>, 이러한 치근이개부 병소에 대한 통상적인 치주수술이나 이식재 등을 사용한 치료결과는 동물실험에서 그다지 만족스럽지 못하다고 보고되고 있다.<sup>32,33,73</sup> 치근이개부는 치태가 없는 상태로 유지하기가 매우 어려우며<sup>44</sup>, Ellegaard와 Löe<sup>34</sup>의 보고에서와 같이 치근이개부 병소가 존재할 경우 치주수술후 유지단계에서 치유능력이 다른 부위보다 감소하게 되므로 교정적 치아이동시 이 부위의 변화도 관찰되어야 한다고 생각된다. 하지만 대부분의 연구는 교정치료에 의한 근심축이나 원심축 치주조직의 변화만을 관찰하였으며 치아이동시 치근이개부에서의 치주조직 변화에 관한 연구는 전무한 상태이다.

이에 저자는 성견에서 치주질환에 의한 심한 치조골 결손이 있는 경우 교정력에 의한 수평적 치아이동이 근심축 및 원심축 치근부와 치근이개부에서의 치주조직 변화에 미치는 영향과, 치주조직상태와 치태조절상태에 의한 차이를 광학현미경으로 비교 관찰한 결과 다소의 지견을 얻었기에 보고하는 바이다.

## II. 연구재료 및 방법

### 가. 연구재료

본 연구에서는 생후 1년 이상된 체중 20kg내외의 잠종성견 6마리를 성별에 관계없이 실험동물로 사용하였으며, 실험 시작전 치주조직은 염증이 없는 건강한 상태였으며 전신상태도 대체로 양호하였다.

1. 연구방법

1. 실험군 설정

대조군 및 실험군 모두에서 하악 제2소구치는 발거하고 하악 제3소구치 근심측 및 원심측 치주부에는 치조골연하 결손부를, 치근이개부에는 수평 치조골 결손부를 유발시킨 후 치주수술후 치태 조절한 군을 대조군으로, 치주수술후 치태 조절없이 수평적 치아이동한 군을 실험 I군으로, 치주수술은 하지않고 치태조절만 하면서 수평적 치아이동한 군을 실험 II군으로, 치주수술후 치태 조절을 하면서 수평적 치아이동한 군을 실험 III군으로 설정하였으며(Table 1), 대조군은 2부위, 실험 I군 및 실험 II군은 3부위, 실험 III군은 4부위로 각각 설정하였다.

Table 1. Experimental design

Group	Treatment
Control	Flap operation and plaque control
Experimental I	Horizontal tooth movement without plaque control after flap operation
Experimental II	Horizontal tooth movement under plaque control without flap operation
Experimental III	Horizontal tooth movement under plaque control after flap operation

2. 치조골 결손부 형성과 외과적 처치 및 치아이동 실험동물을 Entobar(Sodium pentobarbital 100 mg/2ml, 한림제약) 30mg/kg으로 족근 정맥주사하여 전신마취시키고 2% lidocaine HCl로 국소마취한 후 하악 좌·우측 제2소구치를 발거하였다. 4주의 치유기간후 전신마취 및 국소마취하에 하악 제3소구치 부위에 판막을 형성하고 fissure bur를 사용하여 이 치아의 근심측 및 원심측에는 수직골파괴를 형성하였으며 치근이개부에는 수평적으로 골을 제거한 후 교정용 탄성사(치은열구내에 결찰 삽입하여 만성치주염 상을 유도하였다. 5개월이 지난 후 현저한 치주조직의 파괴를 보였는데 근심측 및 원심측 치근에서의 치조골연하 결손부를 방사선사진에서

확인할 수 있었으며, 전신마취 및 국소마취후에 결찰된 교정용 탄성사를 제거하고 판막을 형성한 후 실험 II군을 제외한 나머지 군에서 치은박리소파술을 시행하였다(Fig. 1). 이때 파괴된 치조골의 기저부위에 위치하는 치근근심 및 원심 그리고 치근이개부쪽에 1/4 round bur를 사용하여 notch를 형성하고 reference point로 삼았으며, 이 시기부터 0.2% chlorhexidine digluconate solution으로 매일 1회씩 치솔질하여 치태조절을 시행하였다. 수술부위의 치유를 위해 2개월이 지난 후 과량의 Entobar를 정맥주사하여 대조군은 희생시켰으며 나머지 군에서 치아이동을 시행하였는데, 구강내 석고모형을 채득하여 고정된 치아인 하악 제4소구치와 제1대구치에는 cast metal bridge를, 이동시킬 치아인 하악 제3소구치에는 cast metal crown을 형성한 후 0.018 x 0.025 inch bracket을 납착하고 각각 cement로 접착하였으며, 0.016 x 0.022 inch stainless steel sectional archwire를 수동적으로 적합되게 구부린 후 하악 제3소구치가 근심측으로 이동되도록 하악 제3소구치와 제4소구치 사이에 open coil spring을 사용하여 교정력을 가하였다(Fig. 2). 치아이동을 시작하면서 실험 I군은 치태조절을 중단하였으며 실험 II군과 실험 III군은 실험이 끝날 때까지 0.2% chlorhexidine digluconate solution으로 매일 1회씩 치솔질하여 치태조절을 시행하였다. 교정력은 생리적인 한계내에서 유지될 수 있도록 stress and tension gauge를 사용하여 50-60gm 정도를 적용하였는데 치아이동시 상·하악 소구치간 교합간섭을 방지하기 위하여 상악 제2소구치를 발거하였다. spring은 4주마다 제작동시켰으며 4개월동안 약 3mm의 치아이동이 일어났다(Fig. 3,4). 치아이동이 끝난 후 약 4주동안 그 상태에서 수동적으로 유지한 후에 실험동물을 희생시키고 실험부위를 골과 연조직을 포함하여 적출하였다.

3. 조직학적 관찰

적출한 조직을 10% 중성 formalin에 7일간 고정시키고 formic acid로 15일간 탈회시킨 후 통법에 따라 paraffin에 포매하여 5µm 두께로 근원



Fig. 1. Clinical appearance after formation of advanced periodontal breakdown

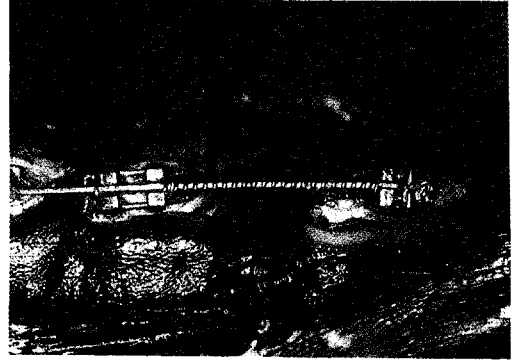


Fig. 3. Clinical appearance after completion of orthodontic tooth movement

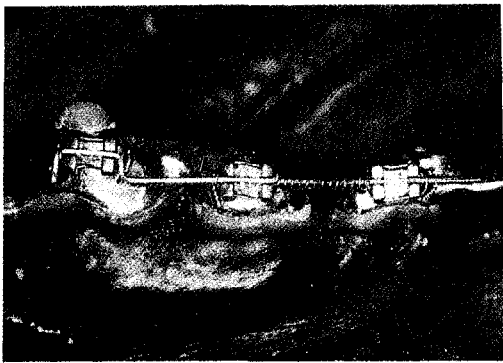


Fig. 2. Clinical appearance at the initiation of orthodontic tooth movement

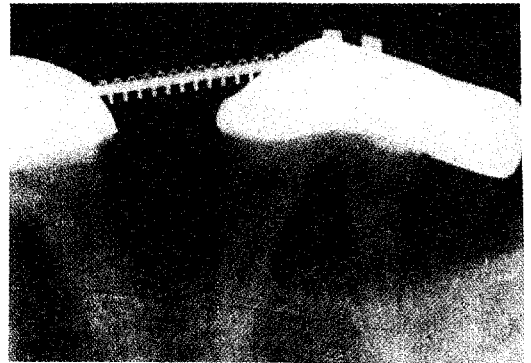


Fig. 4. Radiographic appearance after completion of orthodontic tooth movement

심측 절편을 만들어 Hematoxylin-Eosin 염색후 광학현미경으로 검경하여 접합상피의 부착상태, 골형태의 변화, 결합조직내 염증세포의 침윤, 백악질의 형성 및 흡수, 치주인대 공간에 관한 조직학적 소견을 관찰하였다.

### Ⅲ. 연구결과

#### 가. 대조군의 조직학적 소견

##### 1. 근심측 및 원심측 치근부

대조군의 근심측 및 원심측 치근부의 조직학적 소견은 매우 유사하였다. 상피는 치근면을 따라

notch의 상방경계부까지 이동되었으며 좁고 rete peg가 없는 긴 접합상피의 특징을 나타내었다. 치조골연하 결손부에서 신생골이 notch의 상방 1/3까지 형성되었으나 notch 기저부로부터의 골형성은 미약하였으며 주로 측방과 상방으로부터 채워지는 양상을 나타내었다. 형성되는 골에 인접한 notch부위의 결합조직에서만 국소적인 염증세포의 침윤이 관찰되었으며 상피 하부의 결합조직에는 염증세포의 침윤이 거의 없었다. 신생백악질이 notch부위에 형성되었는데 상부에서 접합상피와 경계를 이루었으며 치주인대공간은 정상적인 폭경을 나타내었다(Fig. 5 6).

2. 치근이개부 근심축 및 원심축

대조군의 치근이개부 근심축과 치근이개부 원심축의 조직학적 소견은 매우 유사하였다. 긴 접합상피가 notch의 중간부위까지 하방이동된 소견을 보였으며 골형성은 거의 없었고 치조정의 높이는 notch의 하방1/3에 위치하였다. 접합상피가 근단 하부 notch에서 신생백악질 형성이 관찰되었으며 상피하부 및 notch근처에서의 염증세포 침윤은 거의 없었다(Fig. 7, 8).

4. 실험 I군의 조직학적 소견

압박축

가) 근심축 치근부

상피의 하방이동은 대조군과 비교적 유사하게 상피 근단부가 notch의 상방1/3에 위치하였으나 전체 상피를 따라 심한 염증세포의 침윤이 관찰되었으며 이러한 염증세포 침윤부위까지 rete peg가 연장되어 있는 치주낭 상피의 특징을 보였다. 치조정의 높이는 대조군과 유사하게 notch의 상방경계부에 위치하였으나 대조군에서 수술 후 치조골연하 결손부에 형성되었던 신생골 형성은 볼 수 없었으며 치조골의 기저부가 notch의 하방경계부에 위치하는 수직골파괴를 나타내었다. 백악질이 흡수되고 치주인대공간이 좁아진 소견을 보였으며 상피와 치아면 사이에서 치태가 관찰되었으며 notch하부에 경미한 치근흡수도 보였다(Fig. 9).

나) 치근이개부 원심축

상피하부의 염증세포 침윤과 함께 rete peg를 가진 상피가 notch의 중간부위까지 하방이동된 소견을 보였다. 치조정의 높이는 notch보다 약간 하부에 위치하였으며 수직골파괴의 양상도 관찰되었다. 흡수된 치근면을 따라 신생백악질이 형성되는 양상이 나타났다(Fig. 10).

전인축

다) 원심축 치근부

접합상피가 notch의 하방경계부까지 하방 이동되었으며 결합조직에는 심한 염증세포의 침윤

과 함께 결합조직의 파괴가 관찰되었다. 치조정의 높이는 대조군의 원심축 소견에 비해 더 하방에 위치하였으며 수직골파괴도 관찰되었다. notch하부의 치근면에 존재하던 백악질위에 신생 백악질이 침착되는 양상이 관찰되었다(Fig. 11).

나) 치근이개부 근심축

상피의 하방이동으로 상피의 근단부가 notch의 하방1/3에 위치한 소견을 보였으며 상피하부의 결합조직에서 심한 염증세포의 침윤이 관찰되었다. 치조정의 높이는 대조군과 유사하게 notch의 하방1/3에 위치하였으나 notch에 인접한 치조골상방 결합조직에서의 염증세포 침윤과 함께 경미한 수직골파괴가 나타났으며 약간 넓은 치주인대공간을 보였다(Fig. 12).

다. 실험 II군의 조직학적 소견

1. 압박축

가) 근심축 치근부

notch의 중간부위까지 치근면을 따라 하방이동된 접합상피의 소견을 보였으나 상피하부의 염증세포 침윤은 실험 I군에 비해 많이 감소된 소견을 보였으며 rete peg의 형성도 관찰되지 않았다. 치조정의 높이는 notch의 하방경계부에 위치하였으나 실험 I군과 유사하게 치조골의 기저부가 notch 하방경계부보다 더 하부에 위치하는 뚜렷한 수직골파괴를 나타내었다. 백악질은 흡수되었으며 치주인대공간은 좁아진 소견을 보였다.

나) 치근이개부 원심축

상피의 근단부는 notch의 중간부위에 위치하였으며 상피하부 및 notch에 인접한 결합조직에서 심한 염증세포의 침윤이 관찰되었다. notch에 인접한 결합조직과 치조골의 파괴 및 뚜렷한 수직골파괴가 나타났으며 좁은 치주인대공간을 보였다(Fig. 13).

2. 견인측

가) 원심측 치근부

상피하부 및 notch하부 결합조직에서의 중등도 염증세포 침윤과 함께 상피가 notch 하방경계부까지 이동된 소견을 보였다. 치조골형태의 변화에 의해 치조정 높이가 notch 기저부보다 하부에 위치하는 수평치조골 결손을 보였으며 신생백악질이 notch하부 치근면에 존재하던 백악질위로 두껍게 형성된 양상이 관찰되었으며 치주인대공간이 약간 넓게 나타났다(Fig. 14).

나) 치근이개부 근심측

상피하부 결합조직에 중등도의 염증세포 침윤이 관찰되었으나 notch부위나 그 하부에서의 염증세포 침윤은 비교적 미약하였으며 상피의 근단부는 notch의 중간부위에 위치하였다. 치조정의 높이는 실험 I군에 비해 감소된 양상을 보였으나 수직골파괴의 소견은 관찰되지 않았으며 약간 넓은 치주인대공간을 보였다.

라. 실험 III군의 조직학적 소견

1. 압박측

가) 근심측 치근부

접합상피가 notch의 상방경계부까지 하방 이동되었으며 치조정의 높이는 notch의 중간부위에 위치하였다. 결합조직내 염증세포의 침윤은 미약하였으며 흡수된 치근면을 따라 신생백악질이 형성되는 양상이 관찰되었다.

나) 치근이개부 원심측

접합상피의 하방이동 및 치조정의 높이, 염증세포의 침윤정도는 대조군의 치근이개부 원심측 소견과 유사하였으나 백악질 흡수 및 좁은 치주인대공간의 소견을 보였다(Fig. 15).

2. 견인측

가) 원심측 치근부

상피는 notch의 상방경계부에서 신생백악질과 만나고 있으며 상피하부에 미약한 염증세포 침윤이 관찰되었으며 수직골파괴는 관찰되지 않았

Table 2. Apical termination of junctional epithelium relative to the notch

Site \ Group		Control	Exp. I	Exp. II	Exp. III
Pressure	Mesial	=	=	=	=
	Furcation-Distal	=	=	=	=
Tension	Distal	=	=	=	=
	Furcation-Mesial	=	=	=	=

+ : coronal to the notch

= : in the notch

- : apical to the notch

Table 3. Alveolar bone morphology adjacent to the root

Site \ Group		Control	Exp. I	Exp. II	Exp. III
Pressure	Mesial	H	A	A	H
	Furcation-Distal	H	A	A	H
Tension	Distal	H	A	H	H
	Furcation-Mesial	H	A	H	H

H : Horizontal bony defect

A : Angular bony defect

다. 치조정의 높이는 notch의 중간부위에 위치하여 실험 I군과 실험 II군의 원심측 치근부에 비해 치조골결손이 적은 양상을 보였고 치주인대공간이 넓어졌으며 notch 및 notch하방 치근면에 존재하던 백악질위로 신생백악질이 형성되는 소견을 보였다(Fig. 16).

나) 치근이개부 근심측

접합상피가 notch 중간부위까지 하방이동되었고 치조정의 높이는 notch의 하방1/3에 위치하여 대조군의 치근이개부 근심측 소견과 유사하였다. 접합상피의 근단하부 notch에서 신생백악질 형성이 관찰되었고 상피하부 결합조직에 미약한 염증세포의 침윤이 나타났으며 상피하방에는 치밀한 결합조직이 형성되었다(Fig. 17).

**able 4.** Level of alveolar bone crest relative to the notch

Site	Group	Control	Exp.I	Exp.II	Exp.III
		Pressure Mesial	=	=	=
Furcation-Distal		=	-	-	=
	Distal	=	-	-	=
Tension Furcation-Mesial		=	=	-	=
		=	=	-	=

+ : coronal to the notch  
 = : in the notch  
 - : apical to the notch

**able 5.** Degree of inflammatory cell infiltration in the connective tissue

Site	Group	Control	Exp.I	Exp.II	Exp.III
		Pressure Mesial	+	+++	++
Furcation-Distal		+	+++	+++	+
	Distal	+	+++	++	+
Tension Furcation-Mesial		+	+++	++	+
		+	+++	++	+

+ : no or mild  
 ++ : moderate  
 +++ : severe

**IV. 총괄 및 고찰**

치주질환이 진행되면 결합조직부착과 치조골 손실이 야기되는데 이에 대한 치료후 평가는 탐침이나 방사선검사 또는 이차수술등에 의한 임상적 관점에서 주로 이루어졌다. 상실된 치주조직의 치유시 신생백악질 형성과 함께 치조골재형 및 결합조직부착이 치료전보다 더욱 치관쪽에서 형성되는 것이 바람직한데, Ellegaard와 Jeø<sup>34)</sup>, Rosling등<sup>94)</sup>은 파괴된 치주조직 수술후의 임상적 평가에서 이러한 치주조직의 재생이 일어난다고 보고하였으나 이와 같은 임상적 소견은 결합조직부착의 위치를 정확히 반영시켜주지 못한다<sup>3,24,25,28)</sup>. 그러므로 치료의 결과로서 나타날 수 있는 긴 점합상피나 결합조직의 신부착을 정확히 평가하기 위해서는 동물실험을 통한 조

직학적 관찰에 의해서만 가능하다. 실험적 치주낭은 orthodontic elastic<sup>23,26)</sup>이나 cotton floss ligature를 사용함으로써 야기될 수 있었는데<sup>39,103)</sup>, 본 연구의 근심측 및 원심측 치근부에서는 치조골연하 결손부를 형성하기 위해서 fissure bur를 사용하여 3mm 깊이의 3-wall angular bony defects를, 치근이개부에서는 수평 치조골 결손부를 형성하기 위해서 2mm 깊이의 horizontal bony defects를 형성한 후 orthodontic elastic thread를 치은열구내에 5개월간 방치함으로써 치아이동전에 요구되는 치주조직상태를 야기시킬 수 있었다.

수직골파괴를 보이는 치주질환의 수술후 치조골연하 결손부에서 골재생이 일어나게 됨을 임상적으로<sup>79,81,93)</sup> 그리고 동물실험결과<sup>24,27)</sup> 보고하였는데, 본 연구의 대조군 근심측 및 원심측 치근부에서 이러한 골재생 양상이 나타났다. Caton과 Nyman<sup>24)</sup>은 원숭이실험에서 골재생이 일어나더라도 치조정 높이의 증가는 없었다고 보고하였는데, 본 연구에서도 신생골형성은 치조골연하 결손부에 국한되는 동일한 소견을 보였다. 그러나 골성장이 결손 기저부부터 시작하여 상방으로 연장되는 것같다는 Patur와 Glickman<sup>79)</sup>의 보고와는 다르게 본 연구에서는 기저부로부터의 골형성은 미약하였으며 주로 측방과 상방으로부터 채워지는 양상을 나타내었는데, 형성되는 골에 인접한 결합조직내에 존재하는 염증세포의 침윤이 이러한 양상과 관계되는지는 추정할 수가 없었지만 골에 인접한 결합조직내에 염증이 없을 경우 골형성이 더욱 뚜렷할 것으로 사료된다.

외과적으로 치료한 치주질환의 치유시 상피가 치근면을 따라 하방이동하여 긴 점합상피의 형태를 이룸으로써 치근면에 새로운 결합조직부착이 형성되는 것을 방해하게 된다<sup>40,64,71)</sup>. 치주질환을 가진 원숭이에 대한 일련의 실험에서 치주낭에 노출된 치근면에 결합조직의 신부착을 형성하고자 하였으나, 상실된 결합조직부착을 회복하기 위한 여러가지 술식후 결합조직의 부착보다는 이전에 노출된 치근면을 따라 위치하는 긴 점합상피의 부착에 의한 치유를 보여주었다

<sup>24,25,27,28,75</sup>). 또한 Ellegaard<sup>등<sup>32,33</sup></sup>은 원숭이에서, Crigger<sup>등<sup>29</sup></sup>과 Nilveus<sup>등<sup>73</sup></sup>은 개에서 치근이개부 병소에 대한 통상적인 재부착 술식으로는 적절한 치료결과를 기대할 수 없다고 하였으며, Hamp<sup>등<sup>46</sup></sup>은 5년간의 임상연구결과 만성 치근이개부 병소의 수술후 부착조직의 재생은 일어나지 않는다고 보고하였다. 본 연구에서도 대조군의 근·원심측 치근부 및 치근이개부에서 notch 부위까지 위치하는 긴 접합상피의 소견을 보였다.

Listgarten<sup>63</sup>은 원숭이에서의 수술후 노출된 백악질과 상아질 위에 신생백악질이 형성되었다고 하였으며, Frank<sup>등<sup>40</sup></sup>, Listgarten과 Rosenberg<sup>64</sup>는 인간에서 수술이나 치근활택술후 치근에서의 신생백악질 침착을 보고한 바 있는데, 이러한 백악질의 재생은 치주인대에서 기원하는 세포에 의해 이루어지는 것으로 여겨지고 있다.<sup>52,62,63,76</sup> 수술후 형성되는 신생백악질 양은 0.1-0.5mm 정도의 소량으로서 주로 기구조작부위의 치근단부 근처에 한정된다고 보고되었는데<sup>24,64</sup>, 본 연구의 대조군 근심측 및 원심측 치근부에서는 notch의 상방경계부까지 신생백악질이 관찰되었으며 치근이개부에서는 notch의 중간부위까지 위치하여 약간 더 많은 양의 침착을 보였다. 이상과 같은 대조군 소견을 고려해보면 치조골 결손부의 수술후 골재생은 가능하다고 하더라도 접합상피의 하방이동이 일어나며 신생백악질의 형성정도는 미약하므로 이러한 결손부의 수술에 의한 치주조직의 재생은 그다지 기대하기가 어려울 것으로 사료된다.

치아이동을 위해 가해지는 교정력이 생리적인 한계내에서 적용될 경우 치주조직에 유해한 반응을 야기하지 않는다고 보고되고 있는데, Reitan<sup>89,92</sup>은 정상치은이나 치은염을 가진 개에서 생리적인 한계내에서 유지되는 교정력은 부착상실이나 치주낭형성을 가져오는 조직변화를 야기하지 않는다고 하였으며 Ericsson과 Thilander<sup>37</sup>는 치아를 치체이동시키는 교정력은 지지조직이 심하게 감소되었더라도 치태가 없다면 치주조직의 손상을 야기하지 않는다고 하였다. 또한 Ericsson<sup>등<sup>38</sup></sup>은 수평적 치아이동은 치주건

강에 해를 주지않을 뿐아니라 이미 존재하는 치은염이나 치주염을 더 악화시키지도 않으므로 교정력 자체는 치주조직의 파괴를 가속시키는 원인이 되지 않는다고 하였다. 하지만 치주질환의 시작과 진행 및 재발에 있어서 가장 중요한 요소가 세균성치태라는 사실은 동물실험 및 실험적 조사에 의해 이미 확인되었는데<sup>35,39,57,58,91</sup> 치주질환이 진행되어 지지조직이 현저히 감소된 경우 치주낭 기저부에 염증이 잔존하므로 이때의 교정치료는 치주조직상태 및 치태조절상태에 의해서 다른 결과를 가져올 수 있다.

진행성 치주질환을 가진 환자의 교정치료시 치태를 제거하는 것이 더욱 어려우므로 치주조직의 파괴를 방지하거나 개선시키기 위해서는 치주치료의 선행과 함께 지속적인 치태조절이 필요하다고 보고되고 있다. Årtun과 Urbye<sup>61</sup>는 치주질환에 의해 이동된 상악전치의 교정치료시 염증제거와 함께 구강위생만 잘 유지한다면 더 이상의 치조골 상실을 방지할 수 있으며 교정치료의 결과는 초기 골 상실량과 상관성이 없다고 하였으며, Eliasson<sup>등<sup>31</sup></sup>, Boyd<sup>등<sup>17</sup></sup>은 치주질환이 진행되어 지지조직이 감소되었다 하더라도 견고한 치주조직을 가진 성인환자의 교정치료는 치주조직의 파괴나 치아상실 등의 큰 위험없이 시행될 수 있다고 하였다. Melsen<sup>67</sup>은 생역학적 force system과 구강위생상태를 적절하게 조절해 준다면 치주치료와 교정치료를 병행할 경우 치주상태를 개선시켜 줄 수 있다고 하였는데, 치주질환에 의해 정출된 치아를 압하시킴으로써 주위 골지지를 증가시켜 줄 수 있었다고 보고한 바 있다<sup>70</sup>.

하지만 진행성 치주질환이 조절되지 않는 상태에서의 교정치료는 치주조직에 유해한 결과를 가져올 수 있다. Lindhe와 Svanberg<sup>61</sup>, Ericsson과 Lindhe<sup>36</sup>는 지지조직이 현저히 감소한 경우에도 염증이 없다면 교합외상에 의한 치주조직의 진행성 파괴단계가 야기되지 않으나 치조골 연하 결손과 연관된 치주질환이 조절되지 않을 경우 빠르고 비가역적인 치주조직의 파괴를 이기할 수 있다고 하였으며, Gazit와 Lieberman<sup>41</sup> Wagenberg<sup>등<sup>110</sup></sup>, Norton<sup>74</sup> 등은 치주질환에 의



개 골상실이 있는 성인환자에서 치주질환이 잘 조절된다면 교정치료에 의해서 양호한 골반응을 가져올 수 있지만 염증성 치주질환이 존재하는 상태에서 치아이동은 오히려 치조골 결손을 더욱 심화시킨다고 하였다. Ericsson 등<sup>39)</sup>은 치아를 경사이동시키는 교정력은 치아위치를 측방으로 뿐만 아니라 치근단측으로도 변화시킬 수 있으므로 치아에 치태가 침착된 경우 이러한 교정치료시 치태를 치은연상에서 치은연하 위치로 이동시킴으로써 뚜렷한 치조골연하 결손이 야기된다고 하였으며, Melsen<sup>66)</sup>은 압박시 치은염증을 최소로 유지시킬 경우 변연치조골의 상실이 없으나 염증이 존재할 경우 치조골상실이 야기되므로 치아의 압박효과는 구강위생상태와 밀접한 연관이 있다고 하였다.

치조골 결손부가 존재하는 치아의 이동후 치조골형태가 개선될 수 있다고 보고되었는데 Brown<sup>19)</sup>과 Wagenberg 등<sup>110)</sup>은 경사진 치아를 가로세운 경우, Ingber<sup>48,49)</sup>은 한 부위에서의 수직골파괴가 있는 치아를 정출시킨 경우, Melsen 등<sup>70)</sup>은 치주질환에 의해 정출된 치아를 압박시킴으로써 양호한 골형태가 형성되었음을 임상적으로 보고한 바 있다. 수평적 치아이동에 의한 치조골형태의 변화에 대해서는 Geraci<sup>42)</sup>가 원숭이에서 치조골연하 결손부를 통해 치아이동을 시킬 경우 치조골연하 병소가 제거될 수 있었다고 하였으며, Polson 등<sup>80)</sup>은 원숭이에서 치근활택후의 치아이동시 치조골연하 결손부의 압박측 및 견인측 모두에서 수직골파괴가 제거되었다고 하였다. 그러나 Wennström 등<sup>111)</sup>은 염증이 존재하는 치조골연하 결손부를 가진 치아의 치체이동후 압박측 및 견인측 모두에서 수직골파괴가 유지되었으며 이러한 파괴양상은 견인측보다 압박측에서 더욱 뚜렷하였다고 보고하였다.

본 연구에서는 치조골연하 결손부를 가진 치아의 수평이동후 실험 I군과 II군의 압박측인 근심측 치근부에서는 뚜렷한 수직골파괴가 관찰되었으나 견인측인 원심측 치근부에서는 실험 I군에서만 경미한 수직골파괴가 나타났으며, 실험 I군은 압박측 및 견인측 모두에서 수직골파괴가 관찰되지 않았다. 또한 치조정의 높이는 실험

I군과 II군의 근심측 치근부는 유지된 반면에 원심측 치근부는 notch하방까지 감소된 양상을 보였으며 실험 III군은 근심측과 원심측 치근부 모두에서 비교적 치조정높이가 유지되는 양상을 관찰할 수 있었다.

발치공간을 폐쇄시키는 교정치료후 견인측보다는 압박측에서 치조골상실이 더 많이 일어난다고 보고되었으나<sup>53,99,104,115)</sup> 본 연구에서는 치조골연하 결손부가 존재하였으므로 그 결과가 다른 양상을 나타내었다. 압박측에서는 치조골연하 결손부를 통과하여 더 높게 위치하는 치조정 쪽으로 치아가 이동되므로 골흡수 변화에 의한 골개조가 일어나서 실험 I군과 II군에서와 같이 수직골파괴가 지속되더라도 치조정높이의 감소는 나타나지 않았으며, 견인측에서는 치조골연하 결손부로부터 치아가 멀어지게 될 때 치아를 따르는 치조골부위는 치주인대섬유를 통해 치근면에 부착되는 부위이므로 실험 I군과 II군에서처럼 치근면에 부착되는 섬유조직이 비교적 부족한 결손부는 견인력 적용시 치아이동을 따르지 않게되어 골형태의 개선은 일어났지만 치조정의 높이는 뚜렷이 감소된 것으로 생각할 수 있다. 본 연구의 실험 III군 견인측에서는 치조정의 높이가 비교적 유지되어 치근활택술후의 치아이동시 견인측에서 치조정높이가 뚜렷이 감소된 양상을 보인 Polson 등<sup>80)</sup>의 보고와는 차이를 나타내었는데, 이것은 치주치료의 결과에 의해 치아이동을 시작할 때 치조골연하 결손부가 차이를 보였기 때문인 것으로 생각된다. 즉, 본 연구에서는 치아이동전 치주수술 및 치태조절에 의해 결손부에서 신생골형성이 관찰되었으나 Polson 등의 연구에서는 치아이동전 신생골 형성 없이 뚜렷한 치조골연하 결손을 나타내었다.

수평 치조골 결손부를 가진 치아의 수평이동시 수술과 치태조절을 하지 않는 경우에도 수직골파괴가 야기되지 않으므로 비록 치태가 존재하더라도 수평적 치아이동은 경사이동과는 다르게 이러한 치태의 치근단측 이동을 야기하지 않으며 이때 더 이상의 치주조직 파괴는 없다고 Ericsson 등<sup>38)</sup>이 보고한 바 있다. 하지만 본 연구에서 수평 치조골 결손부를 보인 치근이개부는

수평적 치아이동후 실험 I군과 II군의 압박측인 치근이개부 원심측과 실험 I군의 견인측인 치근이개부 근심측에서 수직골파괴가 관찰되었고 실험 III군은 압박측과 견인측 모두에서 수평 치조골 결손형태를 유지하였으며, 치조정의 높이는 실험 II군에서 비교적 감소된 양상을 나타내었다. 수직골파괴가 나타난 치근이개부에 인접한 결합조직내에 심한 염증세포의 침윤과 함께 결합조직이 파괴되는 양상이 관찰되었는데 수평적 치아이동에 의한 골형태의 변화는 교정치료전 치조골 결손부의 골형태보다 교정치료 기간동안의 염증 존재여부가 더 큰 영향을 미치는 것으로 사료된다. 실험 I군의 견인측인 치근이개부 근심측에서도 수직골파괴가 나타난 것은 근심측이나 원심측 치근부보다 치근이개부에 치태가 더 많이 그리고 더 잘 침착되므로 견인측일지라도 현저한 염증세포의 침윤이 야기되었기 때문인 것으로 추정된다. 또한 실험 II군에서 치조정높이가 감소한 경향을 보인것을 고려할 때 치태조절을 시행하더라도 치조골 결손부의 치주치료가 선행되지 않는 치근이개부에서는 교정치료후 부가적인 치조골상실이 야기될 수 있다고 생각된다.

치조골 결손부에 대한 교정치료시 골형태의 개선과 함께 결합조직부착의 양도 증진시킬 수 있음이 보고되었는데, Geraci<sup>42)</sup>는 원숭이에서 치조골연하 결손부를 통해 치아이동을 시켜줄 경우 결합조직의 신부착과 함께 치조골연하 병소가 제거될 수 있다고 하였으며, Melsen등<sup>69)</sup>은 원숭이에서 치조골 결손을 가진 치아의 압박이 가능하며 치료기간동안 위생상태를 잘 유지시킨다면 결합조직의 신부착이 가능하다고 하였는데, 치주질환을 보이는 성인환자에서 이러한 보고와 같이 교정적 목적달성과 함께 치주조직의 재생까지 동시에 가능하다면 매우 고무적인 것으로 받아들여질 수 있을 것이다. 그러나 Ericsson등<sup>37,38,39)</sup>, Polson등<sup>80)</sup>, Wennström등<sup>111)</sup>은 치아이동후 치조골 결손부의 치근면을 따라 결합조직의 부착보다는 접합상피의 하방이동에 의한 부착을 보인다고 보고하였다. Ericsson등<sup>37,39)</sup>은 수술후 치태조절없이 치아이동한 군이 수술후 치태조절

을 하면서 치아이동한 군에 비해 접합상피의 치근단부가 더 하방에 위치하는 경향을 보였다<sup>37)</sup> 하였으며 Wennström등<sup>111)</sup>은 염증존재시의 치아이동후 대부분에서 접합상피의 치근단부가 notch보다 더 하방에 위치하였다고 보고하였다. 본 연구에서도 실험 I, II, III군의 압박측과 견인측 모두에서 접합상피가 notch부위까지 하방이동된 소견이 관찰되었다. Melsen등<sup>69)</sup>은 치아의 압박시 치아의 이동방향으로 인해 치조골에 인접하게 되는 매우 활동성있는 치주인대세포가 빠르게 세포분열함으로써 상피의 하방이동보다 먼저 결합조직의 신부착이 가능하다고 하였는데 본 연구의 수평적 치아이동시에는 이러한 치주인대세포의 치관측 이동이 이루어질 수 없었던 것으로 추정된다. 하지만 모든 실험군에서 접합상피가 notch보다 더 치근단부에 이동된 양상은 볼 수 없었으며 실험군간의 차이도 인지할 수 없었으므로 치태가 존재하더라도 수평적 치아이동에 의해 상피가 더욱 하방이동되지는 않게 나타났다.

실험군의 압박측에서는 경미한 치근의 흡수 및 이러한 흡수된 치근면을 따라 신생백악질이 침착되는 것이 관찰되었으며 견인측에서는 백악질층이 두껍게 나타났는데, 견인력자극에 의한 결과로 세포의 증식성반응이 일어남으로써 신생 백악질 형성이 뚜렷해 진다고 보고된 바 있다<sup>12,95)</sup>. 치주인대공간은 실험군의 압박측에서는 좁아진 양상을 나타내었으며 견인측에서는 비교적 넓은 소견을 보였으나<sup>90,91)</sup> 일부에서는 치아이동후 4주간의 유지기간을 지내면서 보상작용에 의해 정상소견을 보이기도 하였다.

Suomi등<sup>102)</sup>과 Axelsson등<sup>9,10)</sup>은 성인의 진행성 치주질환에서 양호한 구강위생을 유지함으로써 질환의 진행을 방지할 수 있다고 하였으며 치주질환의 수술후 치유결과는 치태조절이 가장 중요하다고 보고하였는데<sup>59,60,77,78,93,94)</sup>, 건강한 치주조직을 가진 성장기 아동도 교정치료를 시작하게 되면 양호한 구강위생상태에서 1-2개월만에 치은염이 발생하게 되므로 진행성 치주질환을 가진 성인 교정환자는 치태조절이 더욱 중요한 요소가 될 수 있다. Kessler<sup>54)</sup>가 치주염증 준

이시의 치아이동이 만성염증만 존재할 경우보다 주낭을 더 깊게 하고 골상실을 더 빠르게 진행시킬 수 있다고 보고한 바 있는데, 결합조직내 증세포의 침윤은 실험 I군에서 가장 심하였으며 실험 II군, 실험 III군, 대조군의 순으로 나타나서, 교정치료된 치주치료의 실시도 중요하지 교정치료 기간동안의 치태조절이 더욱 중요하게 나타났다. 교정환자는 장착된 장치에 의해 강위생관리가 힘들므로 치태조절효과를 스스로 평가할 수 있는 착색약제등을 사용할 경우 더 효과적일 수 있으며<sup>16)</sup>, Boyd등<sup>18)</sup>은 교정환자에 통상적인 치솔보다 회전전기치솔이 더욱 효과적이라고 보고하였으며, 규칙적으로 반복되는 문적인 치아세척이 치태조절에 많은 도움이 수 있을 것이다.<sup>9,10,87,112)</sup>

이상과 같은 본 연구의 결과를 고려해 볼 때 한 치조골 결손부를 가진 치아의 수평이동시 주수술과 함께 치태조절을 적절히 시행한다, 하방이동된 접합상피가 치료한 치근면의 치단부 근처에 위치하게 되므로 결합조직의 신축은 기대하기 어려우나 골형태의 뚜렷한 개을 가져올 수 있으며 더 이상의 치조골 상실없 교정치료를 시행할 수 있을 것이다. 하지만 주수술을 선행하지 않거나 특히 수술을 하더라도 치태조절을 적절히 해주지 못할 경우 교정료에 의해 수직골파괴가 나타나거나 지속될 있으며 골형태의 개선은 가능할 수 있으나 바직하지 못한 치조골상실이 야기될 수 있으며, 진행성 치주질환에 의해 심한 치조골 결손부 가진 성인환자의 수평적 치아이동시 치주수의 선행과 철저한 치태조절이 반드시 시행되어야 한다고 사료된다.

## V. 결 론

본 연구는 성견에서 치주질환에 의한 심한 치조골 결손이 있는 경우 교정력에 의한 수평적 치아이동이 근심측 및 원심측 치근부와 치근이개에서의 치주조직 변화에 미치는 영향과, 치주조직상태와 치태조절상태에 의한 차이를 평가하기 위하여 실시하였다. 이를 위해 실험전 건강한

치주조직을 가진 6마리 성견의 하악 제2소구치는 발거하고 하악 제3소구치 근심측 및 원심측 치근부에는 치조골연하 결손부를, 치근이개부에는 수평 치조골 결손부를 유발시킨 후 치주수술 후 치태조절한 군을 대조군으로, 수술후 치태조절없이 수평적 치아이동한 군을 실험 I군으로, 수술은 하지않고 치태조절만 하면서 수평적 치아이동한 군을 실험 II군으로, 수술후 치태조절을 하면서 수평적 치아이동한 군을 실험 III군으로 설정하였다. 대조군은 술후 2개월후, 실험군은 치아이동 5개월후 실험동물을 희생시킨 후 광학현미경을 사용하여 치주조직의 변화를 조직학적으로 비교 관찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 수평적 치아이동시 실험 I군과 실험 II군의 압박측인 근심측 치근부와 치근이개부 원심측에서 수직골파괴가 일어났다.
2. 수평적 치아이동시 실험 I군과 실험 II군의 견인측인 원심측 치근부에서 치조정 높이가 감소하였다.
3. 대조군에서 형성된 긴 접합상피는 수평 교정력에 의해서 치주결합조직으로 대체되지 않았다.
4. 대조군 근심측과 원심측 치근부의 치조골연하 결손부에 신생골이 부분적으로 형성되었다.
5. 결합조직내의 염증세포 침윤은 실험 I군에서 가장 심하였으며, 실험 II군, 실험 III군, 대조군의 순으로 나타났다.

이상의 결과를 종합하여 보면 치조골 결손이 있는 경우 수평적 치아이동에 의한 치주조직의 변화에 치태조절이 가장 큰 영향을 주었다.

## 참 고 문 헌

1. Ainamo, J. : Relationship between malalignment of the teeth and periodontal disease, Scand. J. Dent. Res., 80 : 104-110, 1972.
2. Alstad, S. and Zachrisson, B.U. : Longitudinal study of periodontal condition associated with orthodontic treatment in adolescents, Am. J. Orthod., 76

- : 277-286, 1979.
3. Armitage, G.C., Svanberg, G.K. and Löe, H. : Microscopic evaluation of clinical measurements of connective tissue attachment levels, *J. Clin. Periodontol.*, 4 : 173-190, 1977.
  4. Årtun, J. and Osterberg, S.K. : Periodontal status of teeth facing extraction sites. Long-term after orthodontic treatment, *J. Periodontol.*, 58 : 24-29, 1987.
  5. Årtun, J., Osterberg, S.K. and Kokich, V.G. : Long-term effect of thin interdental alveolar bone on periodontal health after orthodontic treatment, *J. Periodontol.*, 57 : 341-346, 1986.
  6. Årtun, J. and Urbye, K.S. : The effect of orthodontic treatment on periodontal bone support in patients with advanced loss of marginal periodontium, *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, 93 : 143-148, 1988.
  7. Atherton, J. : The gingival response to orthodontic tooth movement, *Am. J. Orthod.*, 58 : 179-186, 1970.
  8. Axelsson, P. and Lindhe, J. : Effect of controlled oral hygiene procedures on caries and periodontal disease in adults, *J. Clin. Periodontol.*, 5 : 133-151, 1978.
  9. \_\_\_\_\_ : Effect of controlled oral hygiene procedures on caries and periodontal disease in adults. Results after 6 years, *J. Clin. Periodontol.*, 8 : 239-248, 1981.
  10. Axelsson, P., Lindhe, J. and Nyström, B. : On the prevention of caries and periodontal disease. Results of a 15 year longitudinal study in adults, *J. Clin. Periodontol.*, 18 : 182-189, 1991.
  11. Baer, P.N. and Cocco, P.J. : Gingival enlargement coincident with orthodontic therapy. Report of three cases, *J. Periodontol.*, 35 : 436-439, 1964.
  12. Baumrind, S. and Buck, D.L. : Rate changes in cell replication and protein synthesis in the periodontal ligament incident to tooth movement, *Am. J. Orthod.*, 57 : 109-131, 1970.
  13. Baxter, D.H. : The effect of orthodontic treatment on alveolar bone adjacent to the cemento-enamel junction, *Angle Orthod.*, 37 : 35-47, 1967.
  14. Behlfelt, K., Ericsson, L., Jacobson, L. and Linder-Aronson, S. : The occurrence of plaque and gingivitis and its relationship to tooth alignment within the dental arches, *J. Clin. Periodontol.*, 8 : 329-331, 1981.
  15. Boyd, R.L. : Mucogingival considerations and their relationship to orthodontics, *J. Periodontol.*, 49 : 67-76, 1978.
  16. \_\_\_\_\_ : Longitudinal evaluation of a self-monitoring plaque control effectiveness program in orthodontic patients, *J. Clin. Periodontol.*, 10 : 383-388, 1983.
  17. Boyd, R.L., Leggott, P.J., Quinn, R.S., Eakle, W. and Chambers, D. : Periodontal implications of orthodontic treatment in adults with reduced normal periodontal tissues versus those of adolescents, *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, 94 : 191-199, 1989.
  18. Boyd, R.L., Murray, P. and Robertson, P.B. : Effect of rotary electric toothbrush versus manual toothbrush on periodontal status during orthodontic treatment, *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, 94 : 342-347, 1989.
  19. Brown, I.S. : The effect of orthodontic therapy on certain types of periodontal defects. I. Clinical findings, *J. Periodontol.*, 44 : 742-756, 1973.
  20. Brown, L.J., Oliver, R.C. and Löe, H. : Periodontal diseases in the US in 1981 : Prevalence, severity, extent and role in tooth mortality, *J. Periodontol.*, 60 : 363-379, 1989.
  21. Buckley, L.A. : The relationship between malocclusion and periodontal disease, *J. Periodontol.*, 43 : 415-417, 1972.
  22. Burket, L.W. : The effects of orthodontic treatment on the soft periodontal tissues, *Am. J. Orthod.*, 47 : 660-671, 1963.
  23. Caton, J.G. and Kowalski, C.J. : Primate model for testing periodontal treatment procedures : Production of contralaterally similar lesions, *J. Periodontol.*, 47 : 506-510, 1976.
  24. Caton, J. and Nyman, S. : Histometric evaluation of periodontal surgery. I. The modified Widman flap procedure, *J. Clin. Periodontol.*, 7 : 212-223, 1980.
  25. Caton, J., Nyman, S. and Zander, H.A. : Histometric evaluation of periodontal surgery. II. Connective tissue attachment levels after four regenerative procedures, *J. Clin. Periodontol.*, 7 : 224-231, 1980.
  26. Caton, J.G. and Zander, H.A. : Primate model for testing periodontal treatment procedures : I. Hi-

- tologic investigation of localized periodontal pockets produced by orthodontic elastics, *J. Periodontol.*, 46 : 71-77, 1975.
27. \_\_\_\_\_: Osseous repair of an infrabony pocket without new attachment of connective tissue, *J. Clin. Periodontol.*, 3 : 54-58, 1976.
  28. \_\_\_\_\_: The attachment between tooth and gingival tissues after periodic root planing and soft tissue curettage, *J. Periodontol.*, 50 : 462-466, 1979.
  29. Crigger, M., Bogle, G., Nilveus, R., Egelberg, J. and Selvig, K.A. : The effect of topical citric acid application on the healing of experimental furcation defects in dogs, *J. Periodont. Res.*, 13 : 538-549, 1978.
  30. Ditto, W.M. and Hall, D.L. : A survey of 143 periodontal cases in terms of age and malocclusion, *Am. J. Orthod.*, 40 : 234(Abst.), 1954.
  31. Eliasson, L-Å, Hugoson, A., Kurol, J. and Siwe, H. : The effects of orthodontic treatment on periodontal tissues in patients with reduced periodontal support, *Eur. J. Orthod.*, 4 : 1-9, 1982.
  32. Ellegaard, B., Karring, T., Listgarten, M. and Løe, H. : New attachment after treatment of interradicular lesions, *J. Periodontol.*, 44 : 209-217, 1973.
  33. Ellegaard, B., Karring, T. and Løe, H. : The fate of vital and devitalized bone grafts in the healing of interradicular lesions, *J. Periodont. Res.*, 10 : 88-97, 1975.
  34. Ellegaard, B. and Løe, H. : New attachment of periodontal tissues after treatment of intrabony lesions, *J. Periodontol.*, 42 : 648-652, 1971.
  35. Ericsson, I. and Lindhe, J. : Lack of effect of trauma from occlusion on the recurrence of experimental periodontitis, *J. Clin. Periodontol.*, 4 : 115-127, 1977.
  36. \_\_\_\_\_: Effect of longstanding jiggling on experimental marginal periodontitis in the beagle dog, *J. Clin. Periodontol.*, 9 : 497-503, 1982.
  37. Ericsson, I. and Thilander, B. : Orthodontic forces and recurrence of periodontal disease. An experimental study in the dog, *Am. J. Orthod.*, 74 : 41-50, 1978.
  38. Ericsson, I., Thilander, B. and Lindhe, J. : Periodontal conditions after orthodontic tooth movements in the dog, *Angle Orthod.*, 48 : 210-218, 1978.
  39. Ericsson, I., Thilander, B., Lindhe, J. and Okamoto, H. : The effect of orthodontic tilting movements on the periodontal tissues of infected and non-infected dentitions in dogs, *J. Clin. Periodontol.*, 4 : 278-293, 1977.
  40. Frank, R., Fiore-Donno, G., Cimasoni, G. and Matter, J. : Ultrastructural study of epithelial and connective gingival reattachment in man, *J. Periodontol.*, 45 : 626-635, 1974.
  41. Gazit, E. and Lieberman, M. : Occlusal and orthodontic considerations in the periodontally involved dentition, *Angle Orthod.*, 50 : 346-349, 1980.
  42. Geraci, T.F. : Orthodontic movements of teeth into artificially produced infrabony defects in the Rhesus monkey : A histological report, *J. Periodontol.*, 44 : 116, 1973.
  43. Goldman, H.M. and Cohen, D.W. : The infrabony pocket : Classification and treatment, *J. Periodontol.*, 29 : 272-291, 1958.
  44. Greenbaum, K.R. and Zachrisson, B.U. : The effect of palatal expansion therapy on the periodontal supporting tissues, *Am. J. Orthod.*, 81 : 12-21, 1982.
  45. Hamp, S-E., Lundström, F. and Nyman, S. : Periodontal conditions in adolescents subjected to multiband orthodontic treatment with controlled oral hygiene, *Eur. J. Orthod.*, 4 : 77-86, 1982.
  46. Hamp, S-E., Nyman, S. and Lindhe, J. : Periodontal treatment of multirooted teeth. Results after 5 years, *J. Clin. Periodontol.*, 2 : 126-135, 1975.
  47. Hollender, L., Rönnerman, A. and Thilander, B. : Root resorption, marginal bone support and clinical crown length in orthodontically treated patients, *Eur. J. Orthod.*, 2 : 197-205, 1980.
  48. Ingber, J.S. : Forced eruption : Part I. A method of treating isolated one and two wall infrabony osseous defects-Rationale and case report, *J. Periodontol.*, 45 : 199-206, 1974.
  49. \_\_\_\_\_: Forced eruption : Part II. A method of treating nonrestorable teeth-Periodontal and restorative considerations, *J. Periodontol.*, 47 : 203-216, 1976.
  50. Ingervall, B., Jacobsson, U. and Nyman, S. : A clinical study of the relationship between crowding of teeth, plaque and gingival condition, *J. Clin. Periodontol.*, 4 : 214-222, 1977.

51. Jernberg, G.R., Bakdash, M.B. and Keenan, K.M. : Relationship between proximal tooth open contacts and periodontal disease, *J. Periodontol.*, 54 : 529-533, 1983.
52. Karring, T., Nyman, S. and Lindhe, J. : Healing following implantation of periodontitis affected roots into bone tissue, *J. Clin. Periodontol.*, 7 : 96-105, 1980.
53. Kennedy, D.B., Joondeph, D.R., Osterberg, S.K. and Little, R.M. : The effect of extraction and orthodontic treatment on dentoalveolar support, *Am. J. Orthod.*, 84 : 183-190, 1983.
54. Kessler, M. : Interrelationships between orthodontics and periodontics, *Am. J. Orthod.*, 70 : 154-172, 1976.
55. Kloehn, J.S. and Pfeifer, J.S. : The effect of orthodontic treatment on the periodontium, *Angle Orthod.*, 44 : 127-134, 1974.
56. Kurol, J., Rönnerman, A. and Heyden, G. : Long-term gingival conditions after orthodontic closure of extraction sites. Histological and histochemical studies, *Eur. J. Orthod.*, 4 : 87- 92, 1982.
57. Lindhe, J., Hamp, S-E. and Löe, H. : Experimental periodontitis in the Beagle dog, *J. Periodont. Res.*, 8 : 1-10, 1973.
58. \_\_\_\_\_ : Plaque induced periodontal disease in beagle dogs. A 4-year clinical, roent- genographical and histometrical study, *J. Periodont. Res.*, 10 : 243-255, 1975.
59. Lindhe, J. and Nyman, S. : The effect of plaque control and surgical pocket elimination on the establishment and maintenance of periodontal health. A longitudinal study of periodontal therapy in cases of advanced disease, *J. Clin. Periodontol.*, 2 : 67-79, 1975.
60. \_\_\_\_\_ : Long-term maintenance of patients treated for advanced periodontal disease, *J. Clin. Periodontol.*, 11 : 504-514, 1984.
61. Lindhe, J. and Svanberg, G. : Influences of trauma from occlusion on progression of experimental periodontitis in the Beagle dog, *J. Clin. Periodontol.*, 1 : 3-14, 1974.
62. Line, S.E., Polson, A.M. and Zander, H.A. : Relationship between periodontal injury, selective cell repopulation and ankylosis, *J. Periodontol.*, 45 : 725-730, 1974.
63. Listgarten, M.A. : Electron microscopic study of the junction between surgically denuded root surfaces and regenerated periodontal tissues, *J. Periodont. Res.*, 7 : 68-90, 1972.
64. Listgarten, M.A. and Rosenberg, M.M. : Histological study of repair following new attachment procedures in human periodontal lesions, *J. Periodontol.*, 50 : 333-344, 1979.
65. Löe, H., Anerud, A., Boysen, H. and Smith, M. : The natural history of periodontal disease in man. The rate of periodontal destruction before 40 years of age, *J. Periodontol.*, 49 : 607-620, 1978.
66. Melsen, B. : Tissue reaction following application of extrusive and intrusive forces to teeth in adult monkeys, *Am. J. Orthod.*, 89 : 469-475, 1986.
67. \_\_\_\_\_ : JCO/interviews : Dr. Birte Melsen on adult orthodontics, *J. Clin. Orthod.*, 22 : 630-641, 1988.
68. \_\_\_\_\_ : Limitations in adult orthodontics. In Melsen, B.(editor), *Current controversies in orthodontics*, pp147-180, Quintessence Publishing Co., 1991.
69. Melsen, B., Agerbaek, N., Eriksen, J. and Terp, S. : New attachment through periodontal treatment and orthodontic intrusion, *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, 94 : 104-116, 1988.
70. Melsen, B., Agerbaek, N. and Markenstam, G. : Intrusion of incisors in adult patients with marginal bone loss, *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, 96 : 232-241, 1989.
71. Moskow, B.S., Karsh, F. and Stein, S.D. : Histological assessment of autogenous bone graft. A case report and critical evaluation, *J. Periodontol.*, 50 : 291-300, 1979.
72. Nielsen, I.M., Glavind, L. and Karring, T. : Interproximal periodontal intrabony defects. Prevalence, localization and etiological factors, *J. Clin. Periodontol.*, 7 : 187-198, 1980.
73. Nilveus, R., Johansson, O. and Egelberg, J. : The effect of autogenous cancellous bone grafts on healing of experimental furcation defect in dogs, *J. Periodont. Res.*, 13 : 532-537, 1978.
74. Norton, L.A. : Periodontal considerations in orthodontic treatment, *Dent. Clin. North Am.*, 25 : 117-130, 1981.
75. Nyman, S., Lindhe, J. and Karring, T. : Healing

- following surgical treatment and root demineralization in monkeys with periodontal disease, *J. Clin. Periodontol.*, 8 : 249-258, 1981.
6. Nyman, S., Lindhe, J., Karring, T. and Rylander, H. : New attachment following surgical treatment of human periodontal disease, *J. Clin. Periodontol.*, 9 : 290-296, 1982.
  7. Nyman, S., Lindhe, J. and Rosling, B. : Periodontal surgery in plaque-infected dentitions, *J. Clin. Periodontol.*, 4 : 240-249, 1977.
  8. Nyman, S., Rosling, B. and Lindhe, J. : Effect of professional tooth cleaning on healing after periodontal surgery, *J. Clin. Periodontol.*, 2 : 80-86, 1975.
  9. Patur, B. and Glickman, I. : Clinical and roentgenographic evaluation of the posttreatment healing of infrabony pockets, *J. Periodontol.*, 33 : 164-171, 1962.
  0. Polson, A., Caton, J., Polson, A.P., Nyman, S., Novak, J. and Reed, B. : Periodontal response after tooth movement into intrabony defects, *J. Periodontol.*, 55 : 197-202, 1984.
  1. Polson, A.M. and Heijl, L.C. : Osseous repair in infrabony periodontal defects, *J. Clin. Periodontol.*, 5 : 13-23, 1978.
  2. Polson, A.M. and Reed, B.E. : Long-term effect of orthodontic treatment on crestal alveolar bone levels, *J. Periodontol.*, 55 : 28-34, 1984.
  3. Polson, A.M., Subtelny, J.D., Meitner, S.W., Polson, A.P., Sommers, E.W., Iker, H.P. and Reed, B.E. : Long-term periodontal status after orthodontic treatment, *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, 93 : 51-58, 1988.
  4. Poulton, D.R. and Aaronson, S.A. : The relationship between occlusion and periodontal status, *Am. J. Orthod.*, 47 : 690-699, 1961.
  5. Prichard, J.F. : The effect of bicuspid extraction orthodontics on the periodontium. Findings in 100 consecutive cases, *J. Periodontol.*, 46 : 534-542, 1975.
  6. Proffit, W.R. : *Contemporary Orthodontics*, 2nd ed., The C.V. Mosby Co., 1993.
  7. Ramfjord, S.P., Morrison, E.C., Burgett, F.G., Nissle, R.R., Shick, R.A., Zann, G.J. and Knowles, J.W. : Oral hygiene and maintenance of periodontal support, *J. Periodontol.*, 53 : 26-30, 1982.
  8. Reed, B.E., Polson, A.M. and Subtelny, J.D. : Long-term periodontal status of teeth moved into extraction sites, *Am. J. Orthod.*, 88 : 203-208, 1985.
  89. Reitan, K. : The initial tissue reaction incident to orthodontic tooth movement as related to the influence of function, *Acta Odontol. Scand.*, 9 : suppl. 6, 1951.
  90. \_\_\_\_\_ : Effects of force magnitude and direction of tooth movement on different alveolar bone types, *Angle Orthod.*, 34 : 244-255, 1964.
  91. \_\_\_\_\_ : Clinical and histologic observations on tooth movement during and after orthodontic treatment, *Am. J. Orthod.*, 53 : 721-745, 1967.
  92. \_\_\_\_\_ : Biomechanical principles and reactions. In Graber, T.M. and Swain, B.F.(editors), *Orthodontics : Current principles and techniques*, pp101-192, The C.V. Mosby Co., St. Louis, 1985.
  93. Rosling, B., Nyman, S. and Lindhe, J. : The effect of systematic plaque control on bone regeneration in infrabony pockets, *J. Clin. Periodontol.*, 3 : 38-53, 1976.
  94. Rosling, B., Nyman, S., Lindhe, J. and Jern, B. : The healing potential of the periodontal tissues following different techniques of periodontal surgery in plaque-free dentitions. A 2-year clinical study, *J. Clin. Periodontol.*, 3 : 233-255, 1976.
  95. Rygh, P. : Ultrastructural changes in tension zones of rat molar periodontium incident to orthodontic tooth movement, *Am. J. Orthod.*, 70 : 269-281, 1976.
  96. Sadowsky, C. and BeGole, E.A. : Long-term effects of orthodontic treatment on periodontal health, *Am. J. Orthod.*, 80 : 156-172, 1981.
  97. Scherp, H.W. : Current concepts in periodontal disease research : Epidemiological contributions, *J. Am. Dent. Assoc.*, 68 : 667-675, 1964.
  98. Sharpe, W., Reed, B., Subtelny, J.D. and Polson, A. : Orthodontic relapse, apical root resorption and crestal alveolar bone levels, *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, 91 : 252-258, 1987.
  99. Sjødien, T. and Zachrisson, B.U. : Periodontal bone support and tooth length in orthodontically treated and untreated persons, *Am. J. Orthod.*, 64 : 28-37, 1973.
  100. Steiner, G.G., Pearson, J.K. and Ainamo, J. : Changes of the marginal periodontium as a result of labial tooth movement in monkeys, *J. Periodontol.*, 52 : 314-320, 1981.

101. Suomi, J.D. : Periodontal disease and oral hygiene in an institutionalized population : Report of an epidemiological study, *J. Periodontol.*, 40 : 5-10, 1969.
102. Suomi, J.D., Greene, J.C., Vermillion, J.R., Doyle, J., Chang, J.J. and Leatherwood, E.C. : The effect of controlled oral hygiene procedures on the progression of periodontal disease in adults : Results after third and final year, *J. Periodontol.*, 42 : 152-160, 1971.
103. Swenson, H.M. : Experimental periodontal pockets in dogs, *J. Dent. Res.*, 26 : 273-275, 1947.
104. Tirk, T.M., Guzman, C.A. and Nalchajian, R. : Periodontal tissue response to orthodontic treatment studied by panoramix, *Angle Orthod.*, 37 : 94-103, 1967.
105. Trossello, V.K. and Gianelly, A.A. : Orthodontic treatment and periodontal status, *J. Periodontol.*, 50 : 665-671, 1979.
106. Vanarsdall, R.L. and Musich, D.R. : Adult Orthodontics : Diagnosis and treatment. In Graber, T.M. and Swain, B.F.(editors), *Orthodontics : Current principles and techniques*, pp791-856, The C.V. Mosby Co., St. Louis, 1985.
107. Waerhaug, J. : The infrabony pocket and its relationship to trauma from occlusion and subgingival plaque, *J. Periodontol.*, 50 : 355-365, 1979.
108. \_\_\_\_\_ : The furcation problem. Etiology, pathogenesis, diagnosis, therapy and prognosis, *J. Clin. Periodontol.*, 7 : 73-95, 1980.
109. Wagenberg, B.D. : Periodontal preparation of t adult patient prior to orthodontics, *Dent. Clin North Am.*, 32 : 457-480, 1988.
110. Wagenberg, B.D., Eskow, R.N. and Langer, B. Orthodontic procedures that improve the periodontal prognosis, *J. Am. Dent. Assoc.*, 100 : 371-373, 1980.
111. Wennström, J.L., Stokland, B.L., Nyman, S. and Thilander, B. : Periodontal tissue response to orthodontic movement of teeth with infrabony pockets, *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, 103 : 313-319, 1993.
112. Westfelt, E., Nyman, S., Socransky, S. and Lindh J. : Significance of frequency of professional tooth cleaning for healing following periodontal surgery, *J. Clin. Periodontol.*, 10 : 148-156, 1983.
113. Zachrisson, B.U. : Gingival condition associated with orthodontic treatment. II. Histologic findings, *Angle Orthod.*, 42 : 352-357, 1972.
114. Zachrisson, B.U. and Alnaes, L. : Periodontal condition in orthodontically treated and untreated individuals. I. Loss of attachment, gingival pocket depth and clinical crown height, *Angle Orthod.*, 43 : 402-411, 1973.
115. \_\_\_\_\_ : Periodontal condition in orthodontically treated and untreated individuals. II. Alveolar bone loss : Radiographic findings, *Angle Orthod.*, 44 : 48-55, 1974.
116. Zachrisson, S. and Zachrisson, B.U. : Gingival condition associated with orthodontic treatment, *Angle Orthod.*, 42 : 26-34, 1972.



-ABSTRACT-

## THE EFFECTS OF HORIZONTAL ORTHODONTIC TOOTH MOVEMENT ON THE PERIODONTALLY DISEASED TISSUE IN DOGS

Kyung-Ho Kim, Young-Kyu Ryu

*Department of Dental Science, Graduate School, Yonsei University*

Most adults, unlike growing children, have some periodontal problems which can influence the outcome of the orthodontic treatment. In cases where periodontal disease progression resulted in marked reduction of periodontium, orthodontic treatment could result in the worsening of the periodontal conditions, and therefore orthodontic treatment planning in such adult patients requires special considerations for the periodontal problems.

This study investigates the effects of horizontal orthodontic tooth movement on the changes in the mesial, distal and furcation areas of the disease affected periodontium of adult dogs with advanced bone loss. Six adult dogs with healthy periodontium were selected, and mandibular 2nd premolars were extracted. In the mandibular 3rd premolars, angular bony defects in the mesial and distal sides, and horizontal bony defects in the furcation areas were created. Those that received the flap operation and plaque control were designated as the control, those that had horizontal tooth movement without plaque control after the flap operation as Experimental group I, those that had horizontal tooth movement under plaque control without the flap operation as Experimental group II, and those that had horizontal tooth movement under plaque control after the flap operation as Experimental group III. The control group was sacrificed 2 months postoperatively, and the experimental groups were sacrificed 5 months after the initiation of tooth movement. Specimens were histologically analyzed under light microscope. The results were as follows;

- 1. After the horizontal tooth movements, Experimental group I and II showed angular bony defects in the mesial sides of the roots and the distal side of the furcation areas, which correspond to the pressure sides.
- 2. After the horizontal tooth movements, Experimental group I and II showed decreased level of alveolar bone crest in the distal sides of the roots, which correspond to the tension sides.
- 3. Long junctional epithelium in the control group has not been replaced by periodontal connective tissue after the horizontal tooth movements.
- 4. Limited formation of new bone was observed in the angular bony defects in the mesial and distal aspects of the roots in the control group.
- 5. Inflammatory cell infiltration in the connective tissue was most severe in the Experimental group I, followed by Experimental group II, III, and the control group in that order.

These results seem to indicate that plaque control was the most influencing factor in the alteration of the periodontal tissue after the horizontal tooth movements in the periodontal tissue with alveolar bone defects.

OROA. J. ORTHOD. 1994 : 24(3) : 673-693

**Key words** : periodontal disease, adult, horizontal movement, plaque control, junctional epithelium, apical migration, new bone, angular bony defect, alveolar bone crest

## EXPLANATION OF FIGURES

- Fig. 5.** Photomicrograph shows long junctional epithelium, new bone filling in angular bony defect and new cementum formation. (distal side of control group ; H & E, x20)
- Fig. 6.** Photomicrograph shows new bone formation and localized inflammatory cell infiltration in the connective tissue adjacent to the notch. (distal side of control group ; H & E, x 60)
- Fig. 7.** Photomicrograph shows long junctional epithelium, new cementum formation and minimal bone formation. (mesial side of furcation area of control group ; H & E, x40)
- Fig. 8.** Photomicrograph shows junction between apical termination of junctional epithelium and new cementum, and no inflammatory cell infiltration. (mesial side of furcation area of control group ; H & E, x100)
- Fig. 9.** Photomicrograph shows the pocket epithelium, angular bony defect and mild root resorption. (pressure side, mesial side of experimental group I ; H & E, x40)
- Fig. 10.** Photomicrograph shows heavy inflammatory cell infiltration in the connective tissue, angular bony defect and cementoid formation along resorbed root surface. (pressure side, distal side of furcation area of experimental group I ; H & E, x40)
- Fig. 11.** Photomicrograph shows reduced alveolar bone crest, angular bony defect and new cementum deposit over the old cementum. (tension side, distal side of experimental group I ; H & E, x100)
- Fig. 12.** Photomicrograph shows heavy inflammatory cell infiltration in the connective tissue and small angular bony defect. (tension side, mesial side of furcation area of experimental group I ; H & E, x40, x100)
- Fig. 13.** Photomicrograph shows heavy inflammatory cell infiltration in the connective tissue and angular bony defect. (pressure side, distal side of furcation area of experimental group II ; H & E, x40)
- Fig. 14.** Photomicrograph shows reduced alveolar bone crest and thickening of cemental layer. (tension side, distal side of experimental group II ; H & E, x40)
- Fig. 15.** Photomicrograph shows apical migration of junctional epithelium and unchanged level of alveolar bone crest. (pressure side, distal side of furcation area of experimental group III ; H & E, x40, x100)
- Fig. 16.** Photomicrograph shows apical migration of junctional epithelium, mild inflammatory cell infiltration in the connective tissue and increased periodontal ligament space. (tension side, distal side of experimental group III ; H & E, x40)
- Fig. 17.** Photomicrograph shows apical migration of junctional epithelium and mild inflammatory cell infiltration in the connective tissue adjacent to the notch. (tension side, mesial side of furcation area of experimental group III ; H & E, x40, x100)

AC : Alveolar Bone Crest

AD : Angular Bony Defect

AT : Apical Termination of Epithelium

B : Alveolar Bone

C : Cementoid

CT : Connective Tissue

EP : Epithelium

IC : Inflammatory Cell Infiltration

N : Reference Notch

NB : New Bone

NC : New Cementum

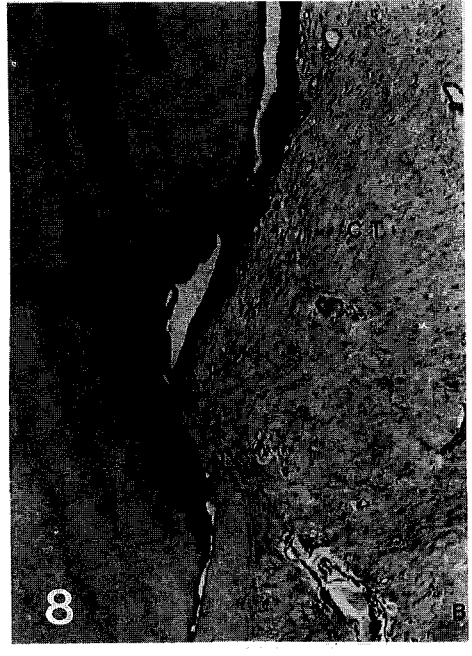
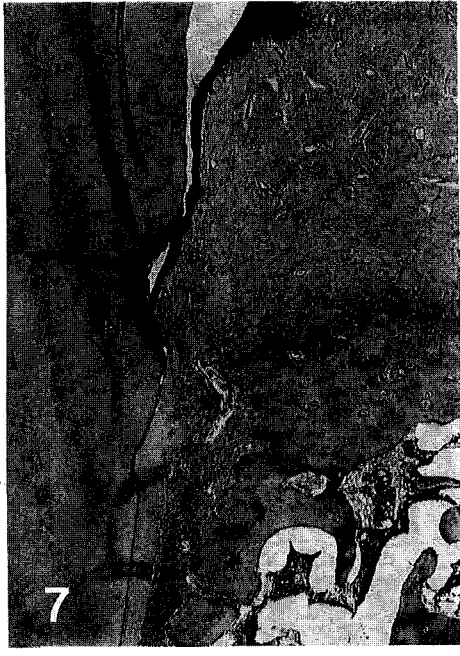
OC : Old Cementum

PL : Periodontal Ligament Space

RR : Root Resorption

RR :

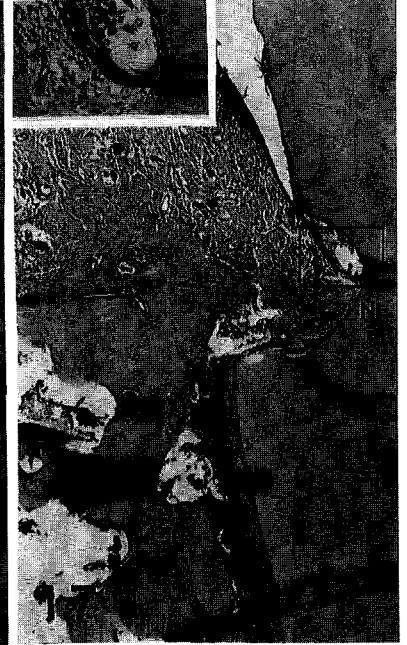
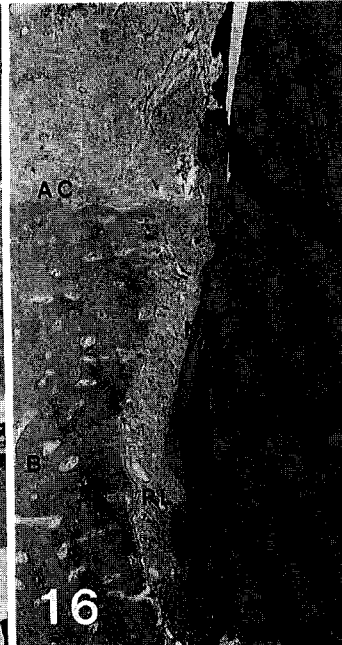
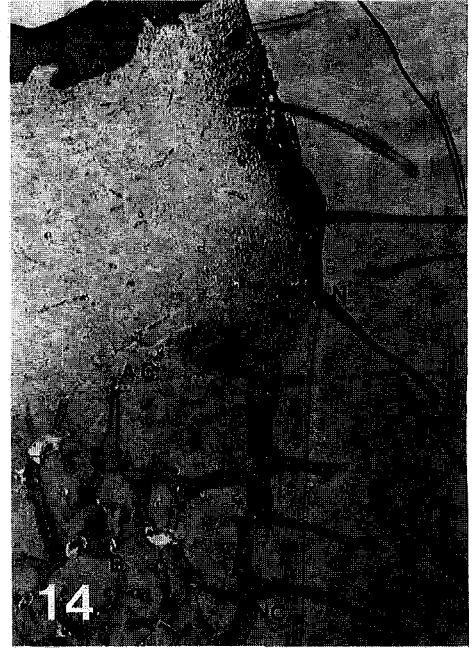
논문 사진부도 ①



논문 사진부도 ②



논문 사진부도 ③



논문 사진부도 ③

